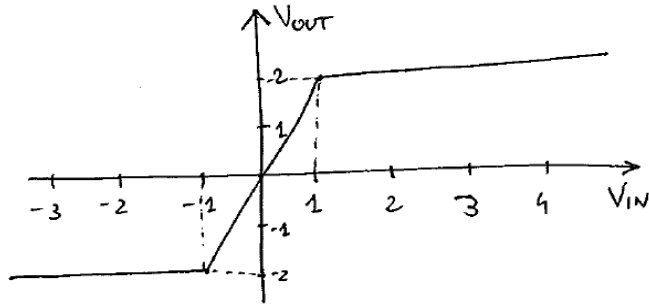


SCHEMA A15_02		Data: 29 gennaio 2015
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

5 punti (4)

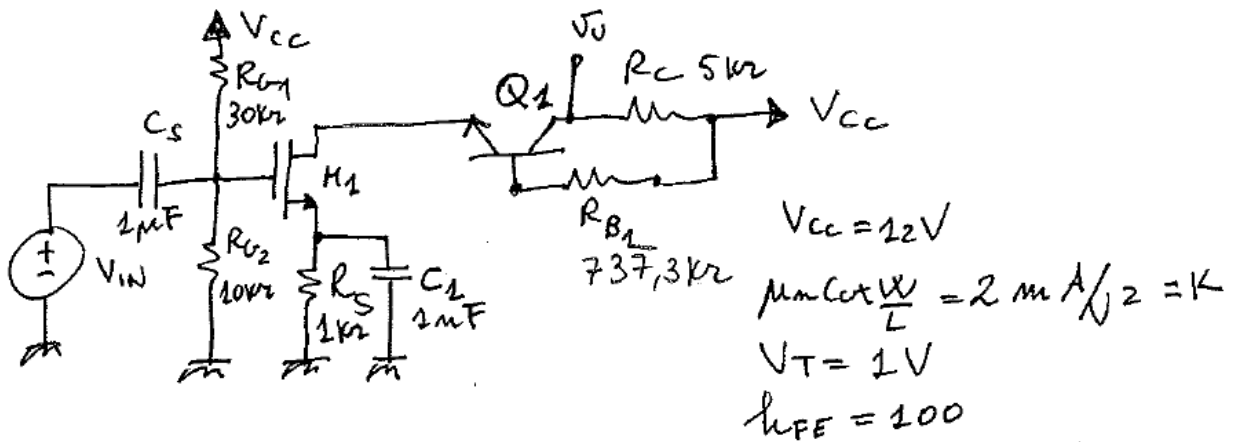
Si progetti e si dimensioni un circuito che possieda la caratteristica ingresso/uscita mostrata in figura. Tale caratteristica deve rimanere invariata indipendentemente dalla sorgente e dal carico che vengono applicati.



ESERCIZIO N°2

8 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, determinare il punto di riposo dei transistori MOSFET e BJT.



ESERCIZIO N°3

9 punti (4)

Nel circuito mostrato nell'esercizio precedente, si ricavi la funzione di trasferimento $A_f(s) = V_U/V_{IN}$ e si disegni il diagramma di Bode del modulo. Si consideri per il transistore MOSFET $g_m = 2 \text{ mS}$, mentre per il BJT, $h_{ie} = 4.8 \text{ k}\Omega$ e $h_{fe} = 300$.

ESERCIZIO N°4

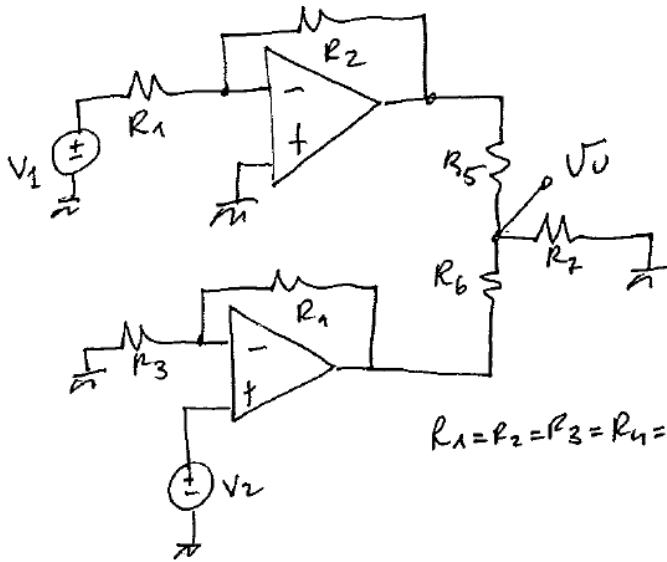
5 punti (4)

Si ricavi il parametro f_f di un sistema composto da due amplificatori di tensione in cascata. Si supponga di conoscere i parametri dei due amplificatori $f_{i1}, f_{i2}, f_{r1}, f_{r2}, r_{o1}, r_{o2}, f_{f1}$ e f_{f2} .

ESERCIZIO N°5

6 punti (4)

Ricavare il massimo sbilanciamento in uscita del circuito mostrato in figura. Si considerino gli amplificatori operazionali ideali.



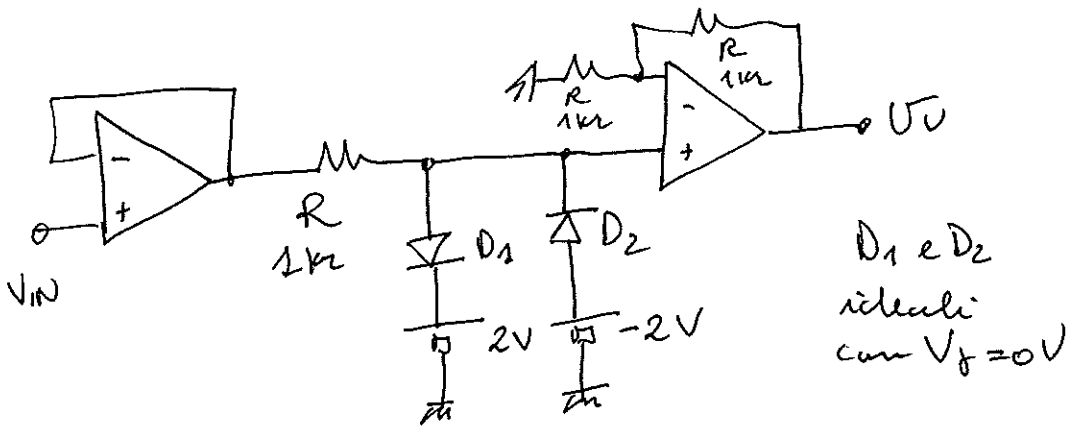
$$I_{B_1} = I_{B_2} = 80 \mu\text{A}$$

$$I_{io_1} = I_{io_2} = 20 \mu\text{A}$$

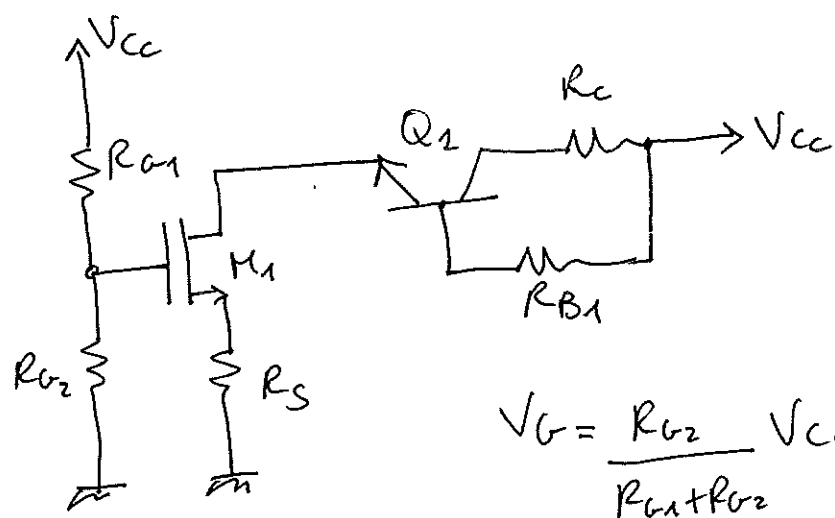
$$|V_{io1max}| = |V_{io2max}| = 5 \text{ mV}$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = 1 \text{ k}\Omega$$

1) Una possibile soluzione è la seguente



2)



$$V_G = \frac{R_{02}}{R_{01} + R_{02}} V_{CC} = 3V$$

$$V_S = R_S I_{DS} \quad V_{GS} = V_G - V_S$$

$$V_{GS} = V_G - R_S \frac{k}{2} (V_{GS} - V_T)^2$$

$$\frac{R_S k}{2} V_{GS}^2 + (1 - R_S k) V_{GS} - V_G + \frac{R_S k}{2} V_T^2 = 0$$

$$V_{GS}^2 - V_{GS} - 2 = 0 \quad \text{OK perché } V_{GS} \gg V_T$$

$$V_{GS} = \begin{cases} 2V \\ -1V \end{cases}$$

$$I_{DS} = 2mA = I_E$$

$$I_B = \frac{I_E}{\beta_{FE} + 1} = 9,901 \mu A$$

$$V_B = V_{CC} - R_{B1} I_{B1} = 4,7V$$

$$V_E = V_B - V_{BEON} = 4V$$

$$I_C = \frac{I_E h_{FE}}{h_{FE} + 1} = 990,1 \mu A$$

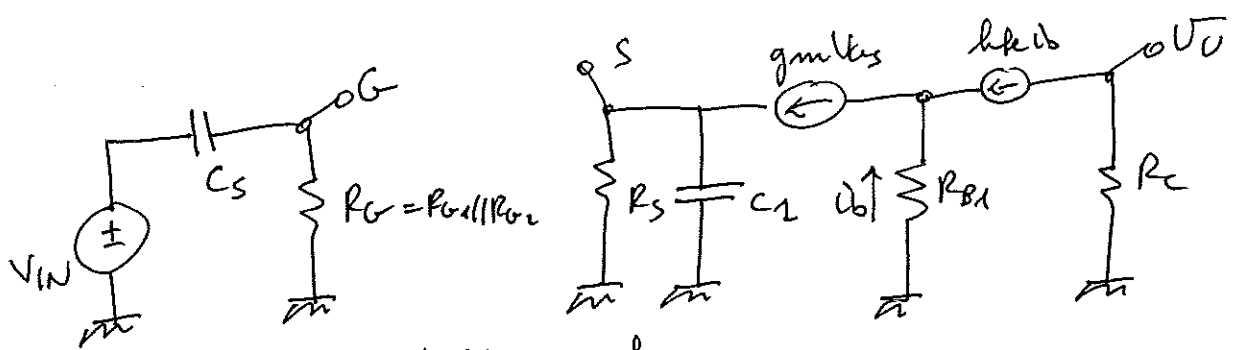
$$V_C = V_{CC} - R_C I_C = 7,05V$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 3,05V \geq V_{CEsat} \quad \text{Quello } Q_2 \text{ in zona attiva diretta}$$

$$V_{DS} = V_C - V_S = V_C - R_S I_{DS} = 3V \geq V_{GS} - V_T = 2V$$

Quello M2 saturo.

3)



$$g_m = 2mS; \quad R_{G1} = 4,8k\Omega; \quad h_{FE} = 300$$

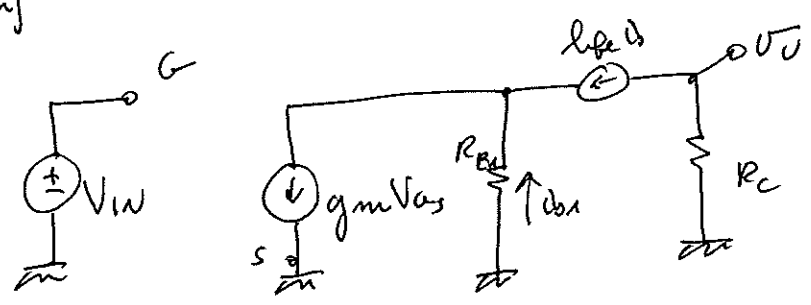
$$A(s) = \frac{A_{vo}(s + \omega_0) \cdot s}{(s + \omega_{p1})(s + \omega_{p2})}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{R_S C_1} = 1 \text{ Mrad/s}$$

$$\omega_{p1} = \frac{1}{C_S R_C} = 133,3 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{p2} = \frac{1}{\left[R_S || \frac{1}{g_m} \right] C_1} = 3 \text{ Mrad/s}$$

A_{vo}

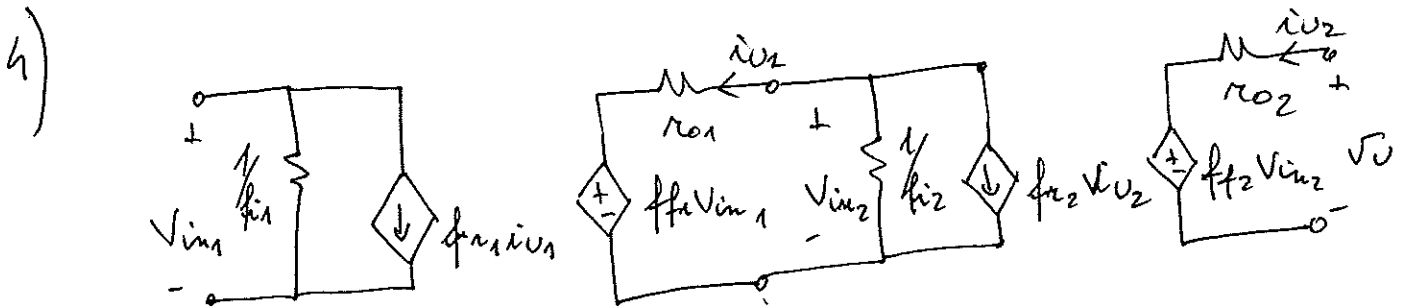


$$A_{v_{mid}} = -R_c h_{fe} i_b$$

$$i_b (h_{fe} + 1) = g_m V_{GS} = g_m V_{IN}$$

$$i_b = \frac{g_m V_{IN}}{h_{fe} + 1}$$

Answer:
$$A_{V_{OO}} = \frac{-R_c h_{fe} g_m}{(h_{fe} + 1)} = -9,967$$



$$f_f = \left. \frac{V_U}{V_{in}} \right|_{i_U = 0A}$$

$$\Rightarrow V_U = f_{f2} V_{in2}$$

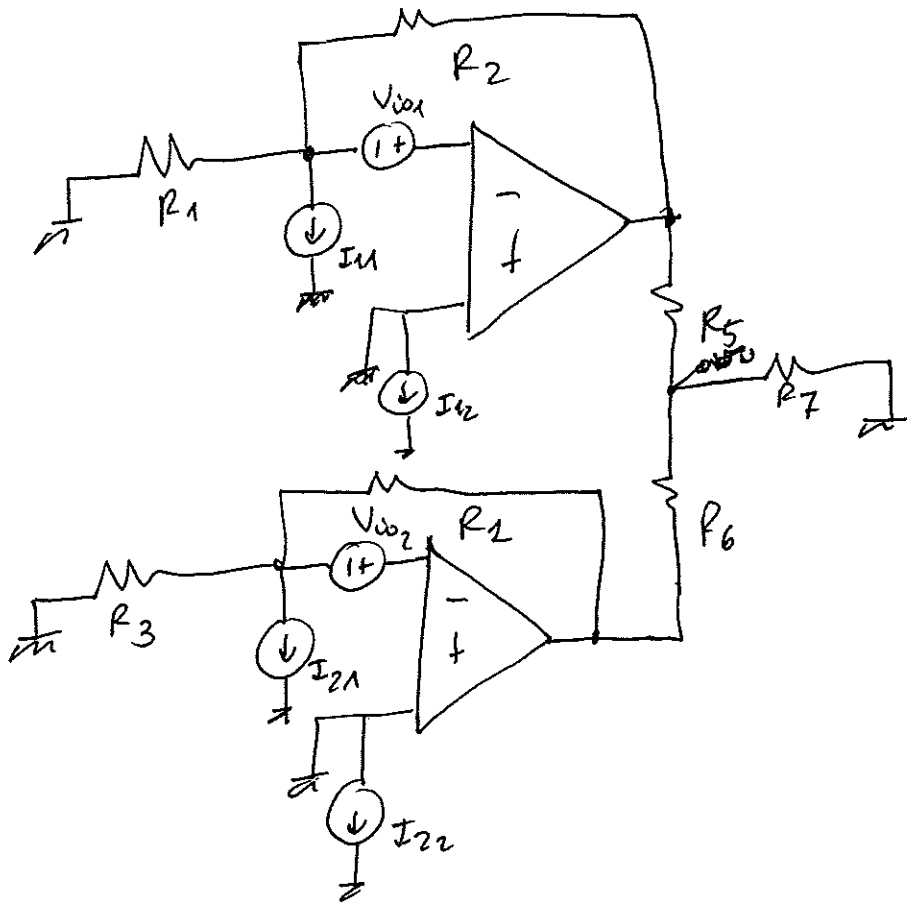
$$V_{in2} = \frac{f_{f1} V_{in1} \cdot \frac{1}{f_{i2}}}{\frac{1}{f_{i2}} + r_{o1}} = \frac{f_{f1} V_{in1}}{1 + f_{i2} r_{o1}}$$

$$V_{in1} = V_{in}$$

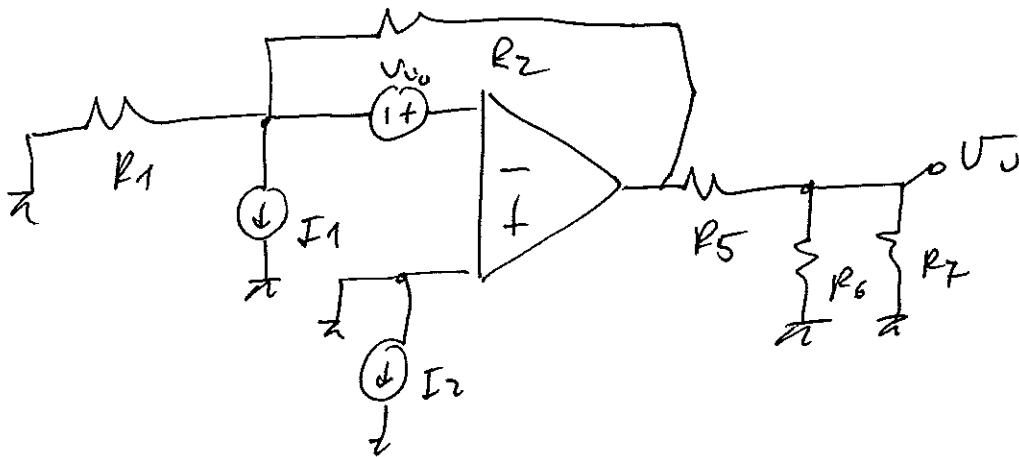
Answer:
$$f_f = \frac{f_{f2} f_{f1}}{1 + f_{i2} r_{o1}}$$

5)

9



Visto che le resistenze sono uguali, basta studiare un circuito e moltiplicare l'uscita per 2



$$U' = \frac{R_6 \parallel R_7}{R_6 \parallel R_7 + R_5} \cdot \left[-V_{io} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + R_2 I_1 \right]$$

Prendo $V_{io} = 5 \text{ mV}$ e $I_2 = 90 \text{ nA}$

$$U' = 3,333 \text{ mV}$$

Quindi $V_{TOT} = 2 \cdot U' = 6,666 \text{ mV}$